

528, 245

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/036245 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 17/00

(74) Anwalt: MANITZ, FINSTERWALD & PARTNER
GBR; Postfach 31 02 20, 80102 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010238

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2003 (15.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 44 641.5 25. September 2002 (25.09.2002) DE

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): IBEO AUTOMOBILE SENSOR GMBH [DE/DE]; Fahrenkrön 125, 22179 Hamburg (DE). HELLA KG HUECK & CO. [DE/DE]; Rixbecker Strasse 75, 59552 Lippstadt (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): BOEHLAU, Christian [DE/DE]; Siemensstrasse 9, 59557 Lippstadt (DE). HIPPI, Johann [DE/DE]; Schultessdamm 57, 22391 Hamburg (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: OPTOELECTRONIC DETECTION DEVICE

(54) Bezeichnung: OPTOELEKTRONISCHE ERFASSUNGSEINRICHTUNG

(57) Abstract: The invention relates to an optoelectronic detection device, especially a laser scanner, comprising a transmitting device for transmitting preferably pulsed electromagnetic radiation, also comprising at least one receiving device which is associated with the transmitting device and at least one deflection device which is used to guide radiation which is transmitted by the transmitting device into a monitoring area and radiation which is reflected by the monitoring area to the receiving device. The transmitting device comprises several, preferably two, separate transmitting modules which respectively transmit radiation along a specific transmission path.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Erfassungseinrichtung, insbesondere einen Laserscanner, mit einer Sendeeinrichtung zur Aussendung bevorzugt gepulster elektromagnetischer Strahlung, zumindest einer der Sendeeinrichtung zugeordneten Empfangseinrichtung und wenigstens einer Ablenkeinrichtung, mit der von der Sendeeinrichtung ausgesandte Strahlung in einen Überwachungsbereich und aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung auf die Empfangseinrichtung lenkbar ist, wobei die Sendeeinrichtung mehrere, bevorzugt genau zwei, räumlich getrennt voneinander angeordnete Sendemodule umfasst, die jeweils Strahlung entlang eines eigenen Ausbreitungsweges aussenden.

WO 2004/036245 A2



Optoelektronische Erfassungseinrichtung

5

Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Erfassungseinrichtung, insbesondere einen Laserscanner, mit einer Sendeeinrichtung zur Aussendung bevorzugt gepulster elektromagnetischer Strahlung, zumindest einer der Sendeeinrichtung zugeordneten Empfangseinrichtung und wenigstens
10 einer Ablenkeinrichtung, mit der von der Sendeeinrichtung ausgesandte Strahlung in einen Überwachungsbereich und aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung auf die Empfangseinrichtung lenkbar ist.

15

Derartige Erfassungseinrichtungen sind grundsätzlich bekannt – z.B. aus der noch nicht veröffentlichten, am 3. September 2001 hinterlegten deutschen Patentanmeldung 101 43 060.4 – und werden beispielsweise an Fahrzeugen angebracht, um während der Fahrt die Umgebung des Fahrzeugs zu erfassen.

20

Aufgabe der Erfindung ist es, eine optoelektronische Erfassungseinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei möglichst einfachem Aufbau sowie sicherer und zuverlässiger Funktionsweise möglichst vielseitig und insbesondere auch bei sich verändernden äußeren Bedingungen einsetzbar ist.

25

30

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 und insbesondere dadurch, dass die Sendeeinrichtung mehrere, bevorzugt genau zwei, räumlich getrennt voneinander angeordnete Sendemodule umfasst, die jeweils Strahlung entlang eines eigenen Ausbreitungsweges aussenden.

Durch die erfindungsgemäße Verwendung von mehr als lediglich einem einzigen Sendemodul ergibt sich in vorteilhafter Weise die Möglichkeit zu einem flexibleren Betrieb der im Folgenden auch einfach als Scanner
5 bezeichneten Erfassungseinrichtung, die dadurch gezielt an unterschiedliche Anforderungen sowie an sich verändernde äußere Bedingungen angepasst werden kann.

Da erfindungsgemäß die für eine gewünschte Art und Weise der Abtas-
10 tung des Überwachungsbereiches benötigte Strahlungsintensität nicht von einem einzigen Sendemodul alleine bereitgestellt werden muss, sondern die benötigte Strahlungsintensität von mehreren Sendemodulen gemeinsam erzeugt wird, können die Sendemodule der erfindungsgemäßen Sen-
15 deeinrichtung im Vergleich zu einem lediglich ein einziges Sendemodul aufweisenden Scanner mit einer wesentlich geringeren Strahlungsleistung betrieben werden. Hierdurch ist im Normalbetrieb der Sendeeinrichtung für die Sendemodule eine erhebliche Leistungsreserve vorhanden.

Diese Leistungsreserve kann insbesondere dazu benutzt werden, im Fall
20 einer zunehmenden Verschmutzung einer Strahlungsausstrittsfläche des Scanners die Strahlungsleistung der Sendemodule zu erhöhen, wodurch erreicht wird, dass selbst bei vergleichsweise starker Verschmutzung weiterhin brauchbare Messungen durchgeführt werden können. In Abhängig-
25 keit von den konkret für die Sendemodule verwendeten Komponenten kann durch die erfindungsgemäße Möglichkeit, die Sendemodule mit einer vergleichsweise niedrigen Normal-Sendeleistung zu betreiben, außerdem die Lebensdauer der Sendemodule verlängert werden.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind auch in den Unteran-
30 sprüchen, der Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

So ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Ausbreitungswege der von den Sendemodulen ausgesandten Strahlung zumindest streckenweise überlappungsfrei verlaufen, vorzugsweise zumindest innerhalb eines für die Augensicherheit relevanten Nahbereiches der Erfassungseinrichtung. Durch diese Überlappungsfreiheit ist sichergestellt, dass die im Folgenden auch als Sendekanäle bezeichneten Ausbreitungswege der Sendestrahlung zumindest in den hierfür vorgesehenen Entfernungsbereichen vollständig getrennt voneinander verlaufen. In diesen Bereichen kann folglich ein eine bestimmte Maximalgröße nicht übersteigendes Objekt allenfalls nur von einem der Sendemodule, nicht jedoch von mehreren Sendemodulen gleichzeitig getroffen werden.

Von Bedeutung ist dieser vorteilhafte Umstand insbesondere im Hinblick auf die vorgeschriebene Augensicherheit bei der Verwendung von Laserstrahlung, d.h. wenn es sich bei einem Überwachungsbereich befindlichen "Objekt" um ein menschliches Auge handelt. Dadurch, dass in demjenigen Entfernungsbereich, in welchem die Sendekanäle getrennt voneinander verlaufen, ein Auge nicht von mehr als einem der Sendemodule getroffen werden kann, ist es ohne Beeinträchtigung der Augensicherheit möglich, die Sendeleistungen der Sendemodule über die Normal-Sendeleistung hinaus beispielsweise dann zu erhöhen, wenn dies – wie vorstehend bereits erwähnt – aufgrund einer zunehmenden Verschmutzung einer Strahlungsaustrittsfläche angezeigt ist. Folglich können auch und gerade im Hinblick auf die geforderte Augensicherheit die diesbezüglich einzuhaltenen maximalen Strahlungsleistungen der Sendemodule unabhängig voneinander "voll ausgereizt" werden.

In den weiter von der Erfassungseinrichtung entfernt liegenden Bereichen, in denen sich die Sendekanäle der Sendemodule zumindest teilweise über-

lappen können, ist der Aspekt der Augensicherheit allenfalls von untergeordneter Bedeutung, da in der Praxis die Strahlungsintensität wegen der Strahlaufweitung und/oder aufgrund einer Intensitätsschwächung durch im Ausbreitungsweg befindliche Materie derart reduziert ist, dass selbst
5 bei maximaler Ausgangsleistung der Sendemodule die einzuhaltende Augensicherheit selbst in Bereichen einander überlappender Sendekanäle stets gewährleistet ist.

10 In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung sind die Sendemodule derart ausgebildet und ausgerichtet, dass die Fronten der ausgesandten Strahlung im Überwachungsbereich zusammen eine Gesamtstrahlungsfront bilden, die vorzugsweise zumindest in für den jeweiligen Anwendungszweck relevanten Entfernungen größer ist als jede der Einzelstrahlungsfronten.

15 Vorzugsweise sind die Sendemodule jeweils zur Aussendung einer langgestreckten Strahlungsfront ausgebildet. Dabei kann die Strahlungsfront ein durchgehender Strahlungsstrich sein oder von diskreten, entlang einer Linie angeordneten Strahlungsflecken gebildet werden. Die ausgesandte
20 Strahlung der Sendemodule wird im Folgenden auch einfach als Lichtstrich bezeichnet.

Hierdurch erfolgt für jedes der Sendemodule die Abtastung des Überwachungsbereiches mittels einer zweidimensionalen Strahlungsfront. Zusammen mit einer während des Scanbetriebs vorzugsweise vorgesehenen
25 Bewegung der Ablenkeinrichtung relativ zu den Sendemodulen ergibt dies insgesamt eine dreidimensionale oder quasidreidimensionale Abtastung des Überwachungsbereiches, wenn die Strahlungsfronten während des Abtastbetriebs jeweils verschiedene, von der Stellung der bewegten Ablenkeinrichtung abhängige Orientierungen im Raum einnehmen.
30

Des Weiteren ist erfindungsgemäß vorzugsweise vorgesehen, dass den Sendemodulen eine gemeinsame Empfangseinrichtung zugeordnet ist. Die Empfangseinrichtung weist bevorzugt einen flächigen Strahlungsempfänger auf, wobei vorzugsweise der Strahlungsempfänger an die Form einer von den Sendemodulen gemeinsam erzeugten Gesamtstrahlungsfront angepasst ist.

Wenn gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform die Empfangseinrichtung, insbesondere ein flächiger Strahlungsempfänger der Empfangseinrichtung, in eine Mehrzahl von unabhängig voneinander auswertbaren Empfangsbereichen unterteilt ist, wobei jedem Sendemodul wenigstens ein Empfangsbereich zugeordnet ist, dann können einzelne Abschnitte der von den Sendemodulen gemeinsam gebildeten Gesamtstrahlungsfront getrennt ausgewertet werden, d.h. es kann für jede Richtung, in welche der Lichtstrich ausgesandt wird, ein Profil des jeweils abgetasteten Gegenstands aufgenommen werden.

In einer besonders bevorzugten praktischen Ausgestaltung der Erfindung sind die Sendemodule seitlich einer gemeinsamen Empfangseinrichtung angeordnet. Bevorzugt erfolgt die Anordnung derart, dass zumindest in der Projektion auf eine gemeinsame Sende-/Empfangsebene die Sendemodule und die Empfangseinrichtung auf einer Linie liegen.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die Sendemodule symmetrisch auf gegenüberliegenden Seiten der Empfangseinrichtung angeordnet sind.

Wenn eine relativ zu den Sendemodulen und der Empfangseinrichtung drehbare Ablenkeinrichtung verwendet wird, dann ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Drehachse der Ablenkeinrichtung mittig durch die Emp-

fangseinrichtung hindurch verläuft und die Sendemodule gleich weit von der Drehachse entfernt angeordnet sind.

5 Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Abstand zwischen den Sendemodulen derart maximiert, dass die von den Sendemodulen ausgesandte Strahlung von Randbereichen der Ablenkeinrichtung abgelenkt wird. Hierdurch ergeben sich besonders vorteilhafte Möglichkeiten, den Verlauf der Ausbreitungswege der von den Sendemodulen ausgesandten Strahlung gezielt in Abhängigkeit von dem
10 jeweiligen Anwendungszweck zu wählen. Insbesondere besteht durch diese Sendegeometrie ein größerer Spielraum bei der Einstellung bestimmter Überlappungseigenschaften der Sendekanäle.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, dass
15 der Ausbreitungsweg der von zumindest einem Sendemodul ausgesandten Strahlung einerseits und der Empfangsweg der aus dem Überwachungsbereich reflektierten, auf die Empfangseinrichtung gelenkten Strahlung andererseits in einem eine Strahlungsausstrittsfläche der Erfassungseinrichtung umfassenden Nahbereich überlappungsfrei verlaufen.

20 Diese Überlappungsfreiheit zwischen Sendekanal und Empfangskanal hat zur Folge, dass aus dem überlappungsfreien Nahbereich reflektierte Strahlung nicht auf die Empfangseinrichtung trifft, was bedeutet, dass sich Sender und Empfänger in diesem Bereich "nicht sehen". Verschmutzungen auf der Strahlungsausstrittsfläche der Erfassungseinrichtung können folglich nicht zu störenden Reflexionen führen, d.h. durch einen derartigen Verlauf von Sendekanal und Empfangskanal wird eine vorteilhafte Verschmutzungsunempfindlichkeit des erfindungsgemäßen Scanners erreicht.
25
30

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Betreiben einer optoelektronischen Erfassungseinrichtung, wie sie vorstehend beschrieben wurde, bei dem die Sendemodule derart angesteuert werden, dass die Sendemodule die Strahlung zeitlich versetzt und insbesondere abwechselnd jeweils in Form von Strahlungspulsen aussenden.

Hierdurch treffen die von den Sendemodulen ausgesandten Strahlungspulse zeitlich nacheinander und – wenn gemäß der bevorzugten Ausführung eine sich relativ zu dem Sendemodulen bewegende Ablenkeinrichtung verwendet wird – bezogen auf die Bewegungsrichtung der Ablenkeinrichtung räumlich versetzt auf einen im Überwachungsbereich abgetasteten Gegenstand auf.

Bei der bevorzugten Verwendung von genau zwei Sendemodulen und einer kontinuierlich mit einer konstanten Drehzahl rotierenden Ablenkeinrichtung erfolgt die Ansteuerung der beiden Sendemodule vorzugsweise derart, dass die Strahlungspulse des einen Sendemoduls zeitlich in der Mitte zwischen zwei aufeinander folgenden Strahlungspulsen des anderen Sendemoduls ausgesandt werden. Diese alternierende Betriebsweise der beiden Sendemodule führt im Überwachungsbereich und damit auf einem abgetasteten Gegenstand zu einem konstanten Winkelversatz zwischen den beiden auf dem abgetasteten Gegenstand auftreffenden Strahlungsfronten. Insgesamt wird hierdurch die Winkelauflösung der erfindungsgemäßen Erfassungseinrichtung verdoppelt, ohne dass hierzu die Pulsfrequenzen der einzelnen Sendemodule erhöht werden müsste.

Der zeitlich versetzt erfolgende Pulsbetrieb der Sendemodule führt außerdem in vorteilhafter Weise zu einer wesentlichen Verbesserung der Messgenauigkeit. Würde man nämlich die Sendemodule gleichzeitig "feuern" wollen, so bestünde in der Praxis das Problem, dass – bezogen auf die

Geschwindigkeit der Strahlungsausbreitung sowie der Empfangssignalverarbeitung – eine exakte Gleichzeitigkeit der Strahlungsaussendung nicht realisierbar ist. Selbst ein sehr geringer unbeabsichtigter Zeitversatz führt zumindest bei einer relativ hohen Reflektivität aufweisenden Gegen-

5 ständen zu einem auch als "blooming"-Effekt bezeichneten Übersprechen zwischen benachbarten, verschiedenen Sendemodulen zugeordneten Empfangsbereichen des Empfängers. Wenn der Strahlungspuls des einen Sendemoduls das Objekt trifft, der Strahlungspuls eines anderen Sendemoduls jedoch nicht, dann kann die Strahlung des treffenden Sendemoduls von dem Objekt auch auf den Empfangsbereich des anderen, nicht

10 treffenden Sendemoduls reflektiert werden, so dass die Auswertung des dem nicht treffenden Sendemoduls das Vorhandensein eines Objektes "vorgaukelt", obwohl das entsprechende Sendemodul überhaupt kein Ziel getroffen hat.

15 Derartige Scheinmessungen oder virtuelle Ziele werden durch den vorstehend beschriebenen, gezielt zeitversetzt erfolgenden Betrieb der Sendemodule sicher vermieden.

20 Die Erfindung betrifft des Weiteren die Verwendung wenigstens einer optoelektronischen Erfassungseinrichtung, wie sie vorstehend beschrieben wurde, in Verbindung mit einem Fahrzeug. Insbesondere wird dabei die optoelektronische Erfassungseinrichtung zur Objekterkennung und -verfolgung eingesetzt.

25 Vorzugsweise wird dabei eine optoelektronische Erfassungseinrichtung verwendet, die derart ausgebildet ist oder am oder im Fahrzeug angebracht wird, dass bei normalem Fahrbetrieb von den Sendemodulen ausgesandte langgestreckte Strahlungsfronten sich bei Ausbreitung in Fahr-

30 richtung nach vorne jeweils zumindest im Wesentlichen in vertikaler Rich-

tung erstrecken, wobei vorzugsweise die Strahlungsfronten in vertikaler Richtung übereinander liegen.

5 Diese Verwendung hat den Vorteil, dass aus dem in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegenden Bereich Höheninformationen z.B. über vorausfahrende Fahrzeuge beschafft werden können.

Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

10

Fig. 1 in einer Seitenansicht schematisch den Aufbau eines Laserscanners gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, und

15

Fig. 2 schematisch eine perspektivische Ansicht einiger Komponenten eines erfindungsgemäßen Laserscanners.

20

Die im Folgenden auch einfach als Scanner bezeichnete Erfassungseinrichtung umfasst ein Ablenkmodul 23 mit u.a. einem Drehspiegel 47, der während des Scanbetriebs von einem Flachmotor 21 zu einer kontinuierlichen Drehbewegung um eine Drehachse 49 angetrieben wird, und mit einem Gehäuse 37, das einen selbsttragenden Gehäuseabschnitt 45 sowie eine abnehmbar am Gehäuseabschnitt 45 angebrachte Abdeckkappe 41 umfasst.

25

Die Komponenten des Ablenkmoduls 23 sind über den Gehäuseabschnitt 45 an einem Sensormodul 29 des Scanners abgestützt.

30

Das Sensormodul 29 umfasst eine bevorzugt als Aluminium-Druckgussteil hergestellte Tragstruktur 31, die einen plattenförmigen Deckelabschnitt 32 sowie einen senkrecht zum Deckelabschnitt 32 verlaufenden

Lichtschacht 55 als weiteren Funktionsabschnitt der Tragstruktur 31 aufweist.

5 Mit dem Deckelabschnitt 32 der Tragstruktur 31 ist der Gehäuseabschnitt 45 verbunden, insbesondere durch Verschrauben. Hierdurch ist das Ablenkmodul 23 über den Gehäuseabschnitt 45 als Ganzes mit der Tragstruktur 31 und damit mit dem Sensormodul 29 verbunden.

10 Außerdem mit der Tragstruktur 31 insbesondere durch Verschrauben verbunden ist eine das Gehäuse 39 des Sensormoduls 29 bildende Abdeckkappe 43. Die Abdeckkappe 43 kann von der Tragstruktur 31 abgenommen werden, ohne dass weitere Komponenten des Sensormoduls 29 demontiert werden müssen.

15 Zu diesen weiteren Komponenten gehören insbesondere zwei Lasermodule 11 und ein Empfänger 15, die am Lichtschacht 55 der Tragstruktur 31 angebracht sind, sowie eine an den Empfänger 15 angeschlossene Auswerteeinheit 25 und eine Versorgungseinheit 27 zur Versorgung sowohl des Sensormoduls 29 als auch des Ablenkmoduls 23 mit elektrischer
20 Energie. Über einen am Sensormodul 29 ausgebildeten Anschlussbereich 63 sowie Kommunikations- und Versorgungsleitungen 65 ist die erfindungsgemäße Erfassungseinrichtung während des Betriebs mit einem Auswerterechner 67 und einer nicht dargestellten Stromquelle verbunden.

25 Während des Scanbetriebs wird von den Sendemodulen 11 des Sensormoduls 29 Laserstrahlung insbesondere im IR-Bereich in Richtung des Ablenkspiegels 47 ausgesandt und von diesem durch den zumindest bereichsweise für die verwendete Strahlung durchlässigen Gehäuseabschnitt 45 des Ablenkmoduls 23 in einen Überwachungsbereich abgelenkt, wor-
30 aufhin aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung wiederum

über den Ablenkspiegel 47 in den Lichtschacht 55 des Sensormoduls 29 hinein und auf den Empfänger 15 gelenkt und mit Hilfe der Auswerteeinheit 25 und des Rechners 67 ausgewertet wird.

- 5 Um die Ausbreitung der Strahlung zwischen dem Sensormodul 29 und dem Ablenkmodul 23 durch die Tragplatte 32 der Tragstruktur 31 hindurch zu ermöglichen, ist die Tragstruktur 31 an den entsprechenden Stellen mit zwei jeweils einem der Lasermodule 11 zugeordneten Sendelin-
10 sen 33 sowie einer dem Empfänger 15 zugeordneten Empfangslinse 35 versehen, die fest in die Tragplatte 32 integriert sind. Hierauf wird in Verbindung mit Fig. 2 näher eingegangen.

- Der Aufbau der in Fig. 1 dargestellten, als Laserscanner ausgebildeten Erfassungseinrichtung an sich sowie die Justage der Scannerkomponenten
15 an sich sind außerdem jeweils Gegenstand einer weiteren, am gleichen Tag wie die vorliegende Patentanmeldung hinterlegten deutschen Patentanmeldung, so dass auf Details hierzu jeweils nicht näher eingegangen wird.

- 20 Fig. 2 zeigt ein bevorzugtes Beispiel für die Integration einer Sende- und Empfangsoptik, wie sie vorstehend beschrieben wurde, in eine Tragstruktur eines Laserscanners, wobei die Tragstruktur 31 in Fig. 2 vereinfacht in Form einer Kreisscheibe dargestellt ist. Grundsätzlich kann die erfindungsgemäße Tragstruktur 31 eine beliebige einfache oder komplexe
25 Raumstruktur aufweisen und an die Form eines zu verschließenden Gehäuses eines Sensormoduls und/oder Ablenkmoduls der jeweiligen Erfassungseinrichtung angepasst sein, wie es beispielsweise auch in Fig. 1 gezeigt ist.

Die vergleichsweise großflächige Empfangslinse 35 weist eine um zwei diametral einander gegenüberliegende Kreisabschnitte reduzierte Kreisform auf. Die Bereiche 73 der weggelassenen Kreisabschnitte werden von der Tragstruktur 31 eingenommen. In diesen Bereichen 73 ist jeweils eine kreisförmige Sendelinse 33 angeordnet, deren Ausdehnung klein ist gegenüber der Ausdehnung der Empfangslinse 35. Die beiden Sendelinsen 33 sind dabei derart symmetrisch angeordnet, dass die Mittelpunkte der kreisförmigen Sendelinsen 33 und der Mittelpunkt der Empfangslinse 35 auf einer Linie liegen und die beiden Sendelinsen 33 gleich weit vom Mittelpunkt der Empfangslinse 35 entfernt gelegen sind, durch den die in Fig. 2 nicht dargestellte Drehachse 49 des Drehspiegels 47 verläuft (vgl. Fig. 1). Dabei liegen die Sendelinsen 33 innerhalb des durch die Empfangslinse 35 festgelegten Kreises, wodurch insgesamt eine platzsparende Anordnung erzielt wird.

Die Integration einer Sende- und/oder Empfangsoptik in eine zentrale Tragstruktur eines Laserscanners an sich ist Gegenstand einer weiteren, am gleichen Tag wie die vorliegende Patentanmeldung hinterlegten deutschen Patentanmeldung, so dass auf Details hierzu jeweils nicht näher eingegangen wird.

Die Anordnung der Linsen 33, 35 entspricht der Anordnung der Lasermodule 11 und des Empfängers 15. Die Lasermodule 11 sind folglich symmetrisch auf gegenüberliegenden Seiten des Empfängers 15 angeordnet, wobei die in Fig. 2 nicht dargestellte Drehachse 49 des Drehspiegels 47 (vgl. Fig. 1) mittig durch die Empfangseinrichtung 15 hindurch verläuft. Folglich sind die Lasermodule 11 in einer Richtung senkrecht zur Drehachse 49 gleich weit von der Drehachse 49 entfernt angeordnet.

Wie insbesondere Fig. 1 zeigt, ist der Abstand zwischen den Lasermodulen 11 bezogen auf die Größe des Drehspiegels 47 maximal, d.h. die von den Lasermodulen 11 ausgesandte Strahlung 13 trifft in Randbereichen des Drehspiegels 47 auf.

5

Der erfindungsgemäße Scanner weist folglich nicht lediglich eine einzige Strahlungsquelle, sondern mehrere - in dem hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiel genau zwei - Lasermodule 11 auf, die außerdem maximal exzentrisch bezogen auf die mit der optischen Achse des Empfangsweges zusammenfallende Drehachse 49 des Drehspiegels 47 angeordnet sind.

10

Die Lasermodule 11 sind jeweils mit einer Strahlungsquelle in Form einer Halbleiterlaserdiode 69 versehen, die in Fig. 2 lediglich schematisch dargestellt sind. Die Laserdioden 69 bilden in dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel jeweils eine strichförmige Strahlungsquelle, so dass folglich jedes Lasermodule 11 die Strahlung mit einer langgestreckten Strahlungsfront aussendet, die im Folgenden auch einfach als Lichtstrich bezeichnet wird.

15

20

Die Orientierung der ausgesandten Lichtstriche im Raum ist abhängig von der Winkelstellung des Drehspiegels 47 relativ zu den stationären Lasermodulen 11 im Moment des Auftreffens der Strahlungsfronten auf dem Drehspiegel 47. Bei während des Scanbetriebs rotierendem Drehspiegel 47 verändert sich die Orientierung der langgestreckten Strahlungsfronten im Raum folglich kontinuierlich, d.h. die Abtastung des Überwachungsbereiches erfolgt durch sich drehende Lichtstriche. Das Konzept einer strich- oder linienförmigen Strahlungsquelle in Verbindung mit einer relativ zu dieser Strahlungsquelle rotierenden Ablenkeinrichtung an einem Laserscanner ist Gegenstand der eingangs bereits erwähnten, noch nicht veröf-

25

30

fentlichten, am 3. September 2001 hinterlegten deutschen Patentanmeldung 101 43 060.4, so dass auf Details hierzu nicht näher eingegangen wird.

- 5 Bei einer bevorzugten Fahrzeuganwendung wird der an dem Fahrzeug montierte Laserscanner vorzugsweise erfindungsgemäß derart ausgerichtet, dass in Fahrtrichtung nach vorne sowie in Rückwärtsrichtung die Lichtstriche vertikal verlaufen, d.h. die Fahrzeugumgebung nach vorne und nach hinten mit einem großen Vertikalwinkel abgetastet wird. Die
10 vertikale Divergenz der von den beiden Lasermodulen 11 ausgesandten Strahlung beträgt dabei in einer bevorzugten Ausführung jeweils $1,6^\circ$, so dass sich insgesamt eine vertikale Strahldivergenz von $3,2^\circ$ ergibt.

- Die Empfangseinrichtung 15 umfasst ein Empfangsarray 59 aus hintereinander angeordneten Fotodioden, das entsprechend der von den Lasermodulen 11 ausgesandten Lichtstriche strich- bzw. linienförmig ausgebildet ist. Vorzugsweise sind insgesamt acht Fotodioden vorgesehen, von denen jeweils zwei benachbarte Fotodioden zu einem gemeinsam ausgewerteten Diodenpaar zusammengeschaltet sind. Jedem Lasermodul 11
20 sind zwei Diodenpaare zugeordnet, d.h. der aus dem Überwachungsbereich reflektierte Lichtstrich jedes Lasermoduls 11 wird auf zwei benachbarten Diodenpaaren abgebildet. Jedem Diodenpaar ist ein Empfängerverstärker zugeordnet.

- 25 Durch diese Unterteilung des Empfangsarrays 59 in insgesamt vier hintereinander liegende Empfangsbereiche erfolgt effektiv eine Abtastung des Überwachungsbereiches in vier Abtastebenen, wobei jedes der beiden Lasermodule 11 mit seinem ausgesandten Lichtstrich zwei Abtastebenen realisiert.

Wie im Einleitungsteil beschrieben, werden die beiden Lasermodule 11 während des Scanbetriebs nicht gleichzeitig "gefeuert", sondern die Aussendung der Strahlungspulse 13 erfolgt abwechselnd. Aus diesem Grund wird nicht mit vier, sondern mit lediglich zwei Auswertemodulen zur

5 Entfernungsmessung gearbeitet, die im Multiplexverfahren betrieben werden.

Die Winkelauflösung des erfindungsgemäßen Scanners ist von der Drehfrequenz des Spiegels 47 sowie der Pulsfrequenz der Lasermodule 11

10 abhängig. Letztere beträgt vorzugsweise konstant 14,4 kHz, während für den Spiegel 47 bevorzugt Drehfrequenzen von 10 Hz, 20 Hz und 40 Hz eingestellt werden können. Daraus ergeben sich Winkelauflösungen von 0,25°, 0,5° bzw. 1,0° bezogen auf ein Lasermodul 11 bzw. auf mehrere

15 synchron betriebene Lasermodule 11. Der erfindungsgemäß bevorzugte alternierende Betrieb der beiden Lasermodule 11 dagegen führt zu einer Verbesserung der Winkelauflösung um den Faktor 2, d.h. bei einer Drehfrequenz von 10 Hz ergibt sich eine Winkelauflösung von 0,125°.

Der Inhalt aller vorstehend erwähnten weiteren Patentanmeldungen wird

20 hiermit durch Bezugnahme mit in die vorliegende Patentanmeldung aufgenommen.

Bezugszeichenliste

	11	Sendemodul, Lasermodul
5	13	ausgesandte Strahlung
	15	Empfangseinrichtung
	19	reflektierte, empfangene Strahlung
	21	Antriebseinheit
	23	Ablenkmodul
10	25	Auswerteeinheit
	27	Versorgungseinheit
	29	Sensormodul
	31	Tragstruktur
	32	Deckelabschnitt
15	33	Sendelinse
	35	Empfangslinse
	37	Gehäuse des Ablenkmoduls
	39	Gehäuse des Sensormoduls
	41	Abdeckkappe des Ablenkmoduls
20	43	Abdeckkappe des Sensormoduls
	45	Strahlungsaustrittsfläche, Gehäuseabschnitt
	47	Reflexionsfläche, Spiegel
	49	Drehachse
	55	Schacht
25	59	Strahlungsempfänger, Empfangsarray
	63	Anschlussbereich
	65	Leitungen
	67	Rechner
	69	Laserdiode
30	73	Bereich eines weggelassenen Kreisabschnitts

Ansprüche

1. Optoelektronische Erfassungseinrichtung, insbesondere Laserscanner, mit einer Sendeeinrichtung (11) zur Aussendung bevorzugt gepulster elektromagnetischer Strahlung (13), zumindest einer der Sendeeinrichtung (11) zugeordneten Empfangseinrichtung (15) und wenigstens einer Ablenkeinrichtung (47), mit der von der Sendeeinrichtung (11) ausgesandte Strahlung (13) in einen Überwachungsbe-
reich und aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung (19) auf die Empfangseinrichtung (15) lenkbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendeeinrichtung (11) mehrere, bevorzugt genau zwei, räumlich getrennt voneinander angeordnete Sendemodule (11) umfasst, die jeweils Strahlung (13) entlang eines eigenen Ausbreitungsweges aussenden.
2. Erfassungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausbreitungswegen der von den Sendemodulen (11) ausgesandten Strahlung (13) zumindest streckenweise überlappungsfrei verlaufen, vorzugsweise zumindest innerhalb eines für die Augensicherheit relevanten Nahbereiches der Erfassungseinrichtung.
3. Erfassungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendemodule (11) derart ausgebildet und ausgerichtet sind, dass die Fronten der ausgesandten Strahlung (13) im Überwachungsbereich zusammen eine Gesamtstrahlungsfront bilden, die vorzugsweise zumindest in für den jeweiligen Anwendungszweck re-

levanten Entfernungen größer ist als jede der Einzelstrahlungsfronten.

4. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendemodule (11) jeweils zur Aussendung einer langgestreckten Strahlungsfront ausgebildet sind, wobei vorzugsweise die Strahlungsfront ein durchgehender Strahlungsstrich ist oder von diskreten, entlang einer Linie angeordneten Strahlungsflecken gebildet ist.
5. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendemodule (11) als Strahlungsquelle jeweils wenigstens eine Laserdiode (69) umfassen, die zur Aussendung einer strich- oder linienförmigen Strahlungsfront ausgebildet ist.
6. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedem Sendemodul (11) eine vorzugsweise in Form einer Linse (33) vorgesehene Sendeoptik vorgelagert ist.
7. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendemodule (11) und/oder den Sendemodulen (11) vorgelagerte Sendeoptiken (33) baugleich ausgeführt sind.
8. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass den Sendemodulen (11) eine gemeinsame Empfangseinrichtung (15) zugeordnet ist.

5 9. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinrichtung (15) einen flächigen Strahlungsempfänger (59) aufweist, der bevorzugt an die Form einer von den Sendemodulen (11) gemeinsam erzeugten Gesamtstrahlungsfront angepasst ist.

10 10. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Empfangseinrichtung (15), insbesondere ein flächiger Strahlungsempfänger (59), in eine Mehrzahl von unabhängig voneinander auswertbaren Empfangsbereichen, die vorzugsweise jeweils
15 eine oder mehrere Fotodioden umfassen, unterteilt ist, wobei jedem Sendemodul (11) wenigstens ein Empfangsbereich zugeordnet ist.

20 11. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Empfangseinrichtung (15) eine Empfangsoptik (35) zugeordnet ist, die vorzugsweise zusammen mit den Sendemodulen (11) vorgelagerten Sendeoptiken (33) in einer gemeinsamen Sende-/Empfangsebene gelegen ist.

25 12. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass den Sendemodulen (11) eine gemeinsame Ablenkeinrichtung (47) zugeordnet ist.
30

13. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkeinrichtung (47) drehbar und insbesondere zur Ausführung einer kontinuierlichen Rotationsbewegung mit einer konstanten Drehzahl ausgebildet ist.
- 5
14. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ablenkeinrichtung wenigstens eine ebene Reflexionsfläche (47) für von den Sendemodulen (11) ausgesandte und aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung (13, 19) aufweist, wobei vorzugsweise die von den Sendemodulen (11) ausgesandte Strahlung (13) und die aus dem Überwachungsbereich reflektierte Strahlung (19) an räumlich voneinander getrennten Bereichen auf der Reflexionsfläche (47) auftreten.
- 10
15. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reflexionsfläche (47) der Ablenkeinrichtung geneigt zu einer gemeinsamen Sende-/Empfangsebene der Sendemodule (11) und der Empfangseinrichtung (15) verläuft und die Ablenkeinrichtung um eine sich etwa senkrecht zur Sende-/Empfangsebene erstreckende Achse (49) drehbar ist.
- 15
- 20
- 25 16. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendemodule (11) seitlich einer gemeinsamen Empfangseinrichtung (15) angeordnet sind, vorzugsweise derart, dass zumindest in der Projektion auf eine gemeinsame Sende-/Empfangsebene

die Sendemodule (11) und die Empfangseinrichtung (15) auf einer Linie liegen.

- 5 17. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sendemodule (11) vorzugsweise symmetrisch auf gegenüberliegenden Seiten der Empfangseinrichtung (15) angeordnet sind.
- 10 18. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Drehachse (49) der Ablenkeinrichtung (47) mittig durch die Empfangseinrichtung (15) hindurch verläuft und die Sendemodule (11) gleich weit von der Drehachse (49) entfernt angeordnet sind.
- 15 19. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen den Sendemodulen (11) derart maximiert ist, dass die von den Sendemodulen (11) ausgesandte Strahlung (13) von Randbereichen der Ablenkeinrichtung (47) abgelenkt wird.
- 20 20. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausbreitungsweg der von zumindest einem Sendemodul (11) ausgesandten Strahlung (13) einerseits und der Empfangsweg der aus dem Überwachungsbereich reflektierten, auf die Empfangseinrichtung (15) gelenkten Strahlung (19) andererseits in einem eine
- 25

Strahlungsaustrittsfläche (45) der Erfassungseinrichtung umfassenden Nahbereich überlappungsfrei verlaufen.

21. Erfassungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Sendemodule (11) zur abwechselnden Aussendung von Strahlungspulsen ansteuerbar sind.
22. Verfahren zum Betreiben einer optoelektronischen Erfassungsein-
10 richtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Sendemodule (11) derart angesteuert werden, dass die Sendemodule (11) die Strahlung (13) zeitlich versetzt und insbesondere abwechselnd jeweils in Form von Strahlungspulsen aussenden.
23. Verwendung wenigstens einer optoelektronischen Erfassungsein-
15 richtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21 in Verbindung mit einem Fahrzeug, insbesondere zur Objekterkennung und -verfolgung.
24. Verwendung nach Anspruch 23,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass eine optoelektronische Erfassungseinrichtung verwendet wird, die derart ausgebildet ist und am oder im Fahrzeug angebracht wird, dass bei normalem Fahrbetrieb von den Sendemodulen (11)
25 ausgesandte langgestreckte Strahlungsfronten sich bei Ausbreitung in Fahrtrichtung nach vorne jeweils zumindest im Wesentlichen in vertikaler Richtung erstrecken, wobei vorzugsweise die Strahlungsfronten in vertikaler Richtung übereinander liegen.

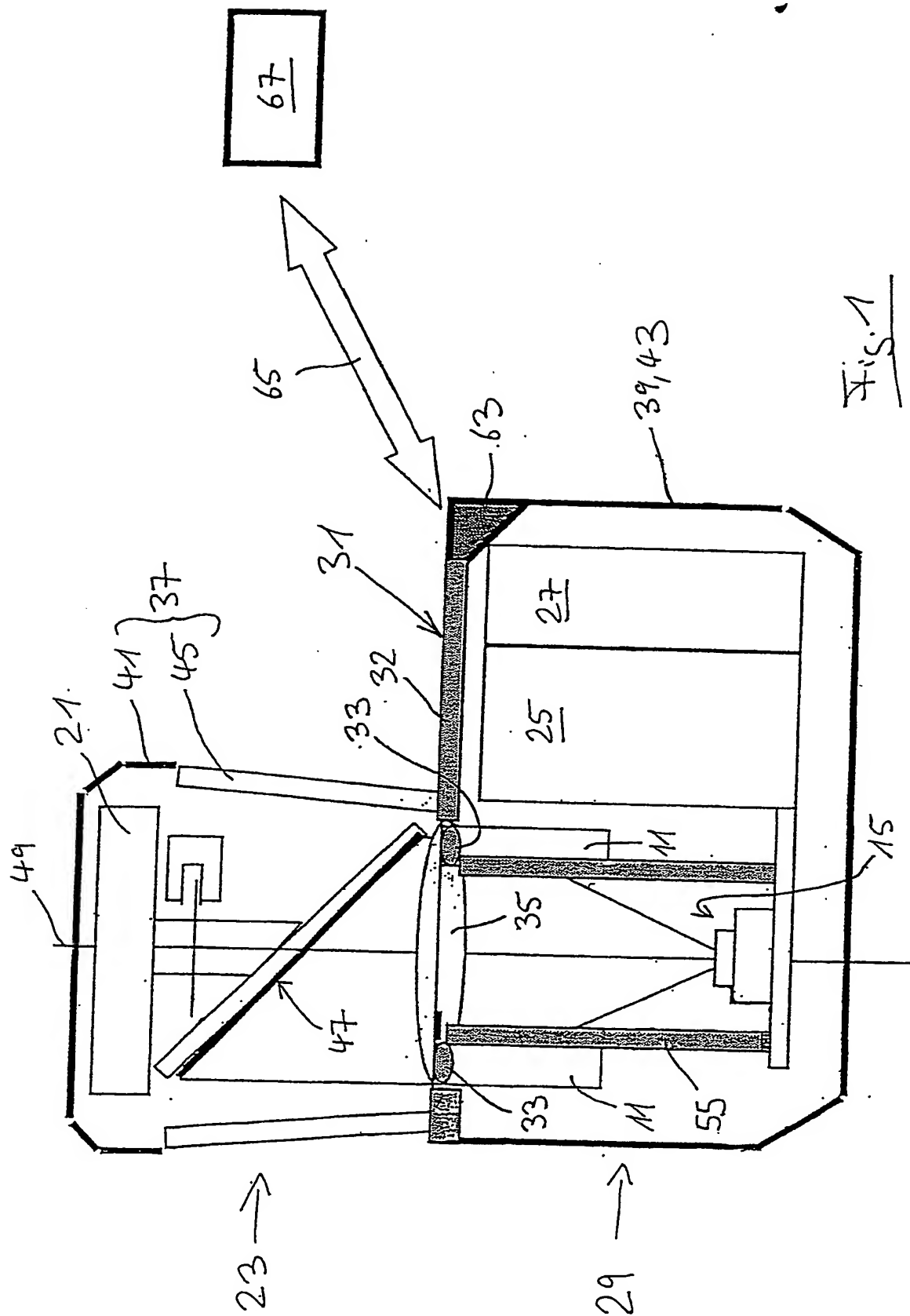


Fig. 1

